Lane Medical Library
1930

Aus der dermatologischen Universitäts-Klinik und Poliklinik
München. Direkt.: Geheimrat Prof. Dr. Leo Ritter von Zumbusch

ÜBER DIE pH-KONZENTRATION DES SCHWEISSES BEI BELASTUNG DER NIERE

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
IN DER ZAHNHEILKUNDE
VERFASST UND
EINER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER BAYER. LUDWIG-MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON

WALTER KOKEN
AUS SCHWARMSTEDT
BEI HANNOVER

MÜNCHEN 1930

DRUCK VON LÜHRS & RÖVER, VERDEN/ALLER

Aus der dermatologischen Universitäts-Klinik und Poliklinik
München. Direkt.: Geheimrat Prof. Dr. Leo Ritter von Zumbusch

ÜBER DIE pH-KONZENTRATION DES SCHWEISSES BEI BELASTUNG DER NIERE

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
IN DER ZAHNHEILKUNDE
VERFASST UND
EINER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER BAYER. LUDWIG-MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON

WALTER KOKEN
AUS SCHWARMSTEDT
BEI HANNOVER

MÜNCHEN 1930

DRUCK VON LÜHRS & RÖVER, VERDEN/ALLER

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/uberdiephkonzent0000walt

Die H-Jonenkonzentration spielt im menschlichen Körper bei fast allen chemischen Reaktionen eine sehr bedeutsame Rolle. Deshalb muß im Serum eine bestimmte Konzentration dieser biologisch so wirksamen Jonen, möglichst die optimale, innegehalten werden, weil anderenfalls die normale Zellfunktion gestört wird. Aus alledem folgert, daß es eine der wichtigsten Aufgaben des Organismus ist, die H-Jonenkonzentration oder mit anderen Worten die Reaktion der Körpersäfte zu regulieren. Es wird tatsächlich eine bestimmte Reaktion der Körpersäfte innegehalten, trotz störender Einflüsse des Stoffwechsels und der Nahrungsaufnahme, und zwar mit einer solchen Exaktheit, daß schon aus dieser Tatsache die Notwendigkeit der Erhaltung eines bestimmten Säuren-Basengleichgewichtes für den Organismus hervorgeht. So können wir feststellen, daß unter physiologischen Verhältnissen die Reaktion des Blutes nur innerhalb sehr enger Grenzen (pH = 7,28 und 7,40) schwankt. Wenn auch durch den Stoffwechsel unter Umständen sehr zahlreiche saure Produkte gebildet werden, wird man bei der Prüfung der Blutreaktion keine oder nur sehr geringfügige Abweichungen von dem normalen pH-Wert feststellen können. Stärkere Reaktionsverschiebungen nach einer oder der anderen Seite führen unbedingt zum Tode, geringere Grade zu pathologischen Zuständen, die wir je nachdem unter dem Begriff der Acidose und Alkalose zusammenfassen.

Zur Erhaltung des Säure-Basengleichgewichtes ist unbedingt ein äußerst empfindlicher Mechanismus im Körper notwendig, der regulatorische Funktion ausübt. Zahlreiche Organsysteme sind an dieser Reaktionsregulierung beteiligt, die in ihrer Wirkung eng ineinander greifen und beim Versagen einer Regulationsvorrichtung dessen Funktionsausfall übernehmen. Die Reaktionsregulation im Blut dient mittelbar der Regulation der Gewebsreaktion. Damit sich die Reaktion nicht plötzlich verändern kann, z. B. bei der Aufnahme von Kohlensäure aus dem Gewebe und ihrer Abgabe in den Lungen, besitzt das Blut einen wirkungsvollen Schutz in seiner Eigenschaft als Pufferlösung. Diese Pufferung wird ausgelöst durch schwache Säuren und deren Salze, die im Blut vorhanden sind und dafür sorgen, daß bei Säuren- und Basenbelastung die Reaktion sich nicht allzusehr verändert. Henderson hat für den Gleichgewichtszustand einer Pufferlösung die Gleichung aufgestellt

$$H^{\cdot} = K \frac{\text{Säure}}{\text{Salz}}$$

Aus der Formel geht ohne weiteres hervor, daß, wenn die Konzen-

tration von Salz und Säure gleich groß ist, $H^{\cdot} = K$ ist. Bei dieser Reaktion liegt der optimale Wirkungsbereich für die verschiedenen Puffersysteme. Das Blut besitzt als wichtigsten Puffer das Haemoglobin, das nach Auffassung der meisten Autoren bei der im Blut herrschenden Reaktion Säurecharakter besitzt und sich mit Alkali verbinden kann. Nehmen wir z. B. an, daß der Kohlensäuregehalt des Blutes steigt, so spaltet das Haemoglobin Alkali aus seinen Verbindungen ab, das ein Teil der Kohlensäure neutralisiert und dadurch die normalen Säurenverhältnisse $\left\{\frac{H_2CO_3)}{NaHCO_3}\right\}$ wieder herstellt. Auf diese Weise wird eine Raktionsverschiebung verhindert. In der Bindung der Kohlensäure — ihr gegenüber kommt unter normalen Verhältnissen die Pufferwirkung hauptsächlich in Frage — liegt ferner die zweite wichtige Aufgabe der Puffer, die Kohlensäure im Blut zu transportieren. Nun sind die wirkungsvollsten Puffer nicht frei im Blut vorhanden, sondern in corpuskuläre Elemente eingeschlossen sodaß bei Pufferungsvorgängen zwischen Körperchen und Serum Austauscherscheinungen kompliziertester Art stattfinden. Auf diese Weise wird die Pufferwirkung des Haemoglobins auch auf das Serum, das ja mit den Körperchen in Berührung steht, übertragen und kommt in der Puffergröße des „wahren Serums" zum Ausdruck. Je größer die Konzertration des Haemoglobins im Blute ist, umso mehr vermag dieses zu puffern. Bei Erhöhung der Stoffwechseltätigkeit, die Produkte mit Säurecharakter zu bilden vermag, wie bei der Resorption sauer oder basisch reagierender Nahrungsstoffe, reicht die Regulationsvorrichtung im Blut nicht mehr zur Erhaltung des Säure-Basengleichgewichtes aus. In diesem Falle werden noch die übrigen Regulatoren beansprucht. Hier steht mit an erster Stelle die Atmung und vor allem die Tätigkeit der Nieren und zwar letztere durch ihr Ausscheidungsvermögen für fixe Säuren und Basen. Schon aus der normalen Variabilität der Harnreaktion, die durch die im Verhältnis zum Blut sehr viel schlechteren Pufferungsvorgänge bedingt ist und sich zwischen $pH = 4{,}7$ und 7,4 bewegt, geht die regulatorische Funktion der Nieren hervor. Die wichtigsten Puffer im Harn sind Mono- und Diphosphat, ihr Verhältnis kann nach allen Richtungen hin schwanken, demzufolge auch die pH-Werte. Falls Störungen in der Säure-Basenausscheidung auftreten wie z. B. bei den meisten Nierenentzündungen, so kommt es zur Fixierung der Harnreaktion. Bei normalen Ausscheidungsverhältnissen ruft eine Steigerung der sauren Komponenten im Blut erhöhte Harnacidität hervor, andererseits führt ein Ueberwiegen der basischen Valenzen zu erhöhter Harnalkalität. Ein Beispiel wird diese äußerst komplizierte Regulationsvorrichtung des Organismus dem Verständnis näher bringen. Nehmen wir an, daß im Blut ein Säureüberschuß vorhanden ist, so wird im Harn die Phosphorsäure als Monophosphat pro

Mol mit etwas weniger als einem Mol Basen ausgeschieden. Auf diese Weise spart der Körper 0,8 Mol Basen, die zur Neutralisation Verwendung finden. Ist auf der anderen Seite der Basengehalt des Blutes ein abnorm großer, so erscheint die Phosphorsäure als Diphosphat im Harn mit der doppelten Alkalimenge entsprechend dem zweifachen Bindungsvermögen. In diesem Falle wird der Harn natürlich alkalische Reaktion zeigen. Da aber die Niere mit Hilfe der Phosphate nicht beliebig große Säuremengen auszuschneiden vermag, so muß zur Entfernung größerer Säuremengen der Körper zu deren Neutralisation Basen zur Verfügung stellen. Dies geschieht durch die in der Niere gebildete flüchtige Base NH_3. So ist die Funktion der Niere für das Säure-Basengleichgewicht in zweifacher Hinsicht bedeutungsvoll, erstens durch die Säureausscheidung und zum anderen durch die NH_3-Bildung aus Harnstoff, die man früher der Leber zuschrieb, aber nach den Untersuchungen von Nash und Benedict jetzt allgemein als eine Leistung der Niere angesehen wird. Sowohl Basen wie Säuren können aber außer mit Hilfe der Phosphate noch als $NaHCO_3$ aus dem Körper entfernt werden.

Auch der Darm nimmt Teil an der Regulierung des Säure-Basengleichgewichtes insofern, als bei sehr starkem Alkaliüberschuß im Körper die Basenausscheidung nicht ausschließlich durch die Niere erfolgt, sondern zum Teil auch in Form der dreibasischen Phosphate durch den Darm.

Außerdem wäre hier noch der Leberfunhtion zu gedenken; denn, wenn Blut mit abnormer H-Jonenkonzentration die Leber passiert, wird es durch einen Regulationsvorgang der normalen Reaktion näher gebracht. Das Körpergewebe ist ebenfalls am Säure-Basengleichgewicht beteiligt. Wir sehen also hieraus, wie dem Organismus zahlreiche Wege zur Verfügung stehen, um das Jonengleichgewicht zu erhalten, und wir können schon aus dieser Feststellung den Rückschluß ziehen, daß die H-Konzentration im Körper eine wichtige Stellung einnimmt. Diese Erkenntnis hat sich in wissenschaftlichen Kreisen in den letzten 50 Jahren immer mehr durchgesetzt, so daß man sich heute der Durchforschung dieses sehr komplizierten Gebietes mit größter Sorgfalt und Energie widmet.

Im Laufe der Jahre hat die Methodik der H-Konzentrationsmessung manche Veränderung erfahren. Auch in der modernen Literatur bestehen in dieser Beziehung noch manche Verschiedenheiten, auf die wohl auch zum größten Teil die unter den einzelnen Autoren bestehenden Abweichungen der pH-Werte zurückzuführen sind. Zum Nachweis, ob eine Flüssigkeit sauer oder alkalisch reagiert, wird in der Chemie neben anderen Indikatoren der Einfachheit halber das Lackmuspapier benutzt. Auch bei den ersten Untersuchungen über die H-Konzentration der Körpersäfte bediente man sich des Lackmuspapieres, kam aber sehr bald wegen der Unmöglichkeit genauer Jonenbestimmung von dieser Methode ab. Auch das Neutralisationsverfahren mittelst einer Normal-

Säure bezw. -Base ergibt keine wahren Resultate über die aktuellen Säureverhältnisse der Lösung und zwar aus folgendem Grunde. Wir unterscheiden zwischen starken und schwachen Säuren, je nach dem Grad der H-Jonendissoziation. Bei einer der stärksten Säuren wie der Salzsäure sind alle H-Jonen dissoziiert und dadurch aktuell wirksam. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei einer schwachen Säure, z. B. der Essigsäure, bei der nur ein kleiner Teil der H-Jonen wirklich dissoziieret ist, während die bei weitem größere Zahl noch nicht abgespalten, somit nur potentiell wirksam ist. Sind nun bei der Titration die aktuellen H-Jonen der Essigsäure durch Lauge gebunden, dann spalten sich sofort wieder H-Jonen ab, und dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis alle H-Jonen abgespalten und neutralisiert worden sind. Nach der Titrationsmethode kann man demnach nicht den wirklichen Aciditätsgrad einer Flüssigkeit bestimmen, der uns allein interessiert, da er durch die aktuellen H-Jonen bedingt wird. Zwei Methoden zur Bestimmung der (H) einer Flüssigkeit streiten heutzutage um den Vorrang, die elektrometrische mit Hilfe der Gaskette und die kolorimetrische mittelst Indikatoren.

Die Gaskettenmethode beruht auf der Tatsache, daß ein in wässerige Flüssigkeit getauchtes Metall das Bestreben hat, Teile von sich in Form von Jonen in das Lösungsmittel hineinzuschicken, und zwar solange, bis das Gleichgewicht zwischen dem Lösungsdruck der ins Wasser gesandten Jonen und dem Lösungsbestreben des Metalls hergestellt ist. Ebenso verhält es sich beim Wasserstoff, auch er schickt H-Jonen in die Flüssigkeit und wird durch den Verlust von positiver Elektrizität selbst negativ aufgeladen. Der Grad der elektrischen Ladung des zur Messung benutzten Wasserstoffes läßt nach dem oben Gesagten auf die H-Jonenkonzentration schließen. Die Technik dieser Methode ist recht kompliziert und daher zu Versuchen direkt am menschlichen Körper — wenn z. B. die pH-Werte des Schweißes auf der Haut gemessen werden sollen — wenig geeignet. Für praktische Zwecke eignet sich sehr viel besser die Indikatorenmethode. Indikatoren sind Substanzen, die bei einer bestimmten ($H^{\cdot}$) eine Farbe annehmen, bezw. eine schon vorhandene ändern. Diese Farbenänderung wird dadurch bedingt, daß das Molekül solcher Substanzen eine andere Farbe besitzt als ihre Jonen. Man kann aus der Stärke des Farbenumschlags dieser Indikatoren wieder auf den pH- der Flüssigkeit schließen. Nach diesem Prinzip arbeiten eine ganze Anzahl kolorimetrischer Apparate. Michaelis und Davidsohn, wie Bjerrum und Arrhenius nebst zahlreichen anderen Autoren haben auf der oben angegebenen Ueberlegung fußende kolorimetrische Methoden angegeben, die zum großen Teil zur ($H^{\cdot}$) Bestimmung sehr geeignet sind und somit für die meisten Se- und Exkrete des menschlichen Körpers in Frage kommen.

Wir haben schon erfahren, daß bei normaler Nierenfunktion die

Jonenacidität des Harns sich den Säureverhältnissen des Gewebes sehr schnell anpaßt, sie schwankt im Laufe des Tages entsprechend der Nahrungsaufnahme und richtet sich nach der Kostform. So sorgt neben anderen Organen vor allem die Niere für die H-OH-Isotonie im menschlichen Körper. Jacobsohn und Joseph fanden den durchschnittlichen Wert des Nüchternharns bei 5,6 und individuelle Schwankungen von 0,5 bis 1,5 pH. Sie geben als Grenzwerte für den aktuellen Säurewert des Urins pH = 5,0 und 7,2 an. Lasch wies nach, daß der Nachturin regelmäßig eine heraufgesetzte Jonenacidität gegenüber dem Tagurin zeigt. Nach seinen Untersuchungen liegt der pH-Wert des normalen Urins unter gemischter Kost zwischen 5,5 und 7,5. Im vergangenen Jahre hat Mainzer in der „Biochemischen Zeitschrift" eine Arbeit veröffentlicht über die „obere Grenze der Wasserstoffzahl und Bicarbonatkonzentration des Harns", in der er darauf aufmerksam macht, daß bei Messung der (H) des Harns die CO_2-Spannung berücksichtigt werden muß, besonders in alkalischen Harnen, da ja hier das Bicarbonat-Kohlensäurepuffersystem die ausschlaggebende Rolle für die Harnreaktion spielt. Auch Beck und Lander haben sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt. Sie gingen von dem Gedanken aus, daß man bei Messungen des pH-Wertes im Urin viel zu alkalische Werte erreichte, wenn nicht der CO_2-Verlust des Harns an der Luft vermieden würde. Mainzer hat zur Lösung der Frage nach der oberen Grenze der Wasserstoffzahl des Harns unter Berücksichtigung der Kohlensäurespannung und Vermeidung von CO_2-Verlust Versuche sowohl am menschlichen wie tierischen Material ausgeführt. Aus doppeltem Grunde ist das aufgeworfene Problem von Interesse: Einmal steht die H-Zahl des Harns in funktioneller Beziehung zu seiner Bicarbonatkonzentration, zum anderen ist ja diese letztere abhängig von der herrschenden CO_2-Spannung. Er nahm an fünf Frauen Alkalibelastungen vor, am Hunde zwei Versuche bis zur Alkalivergiftung. Eine das normale Maß überschreitende Alkalizufuhr per os verursacht eine Störung des Säurebasengleichgewichtes im Organismus, zu dessen Wiederherstellung die Niere durch ihre regulatorische Tätigkeit, die sie ihrer Fähigkeit, Säure- oder Basenüberschuß des Blutes im Harn auszuscheiden, verdankt, sorgt. Wir dürfen also erwarten, daß bei Alkalibelastung der Harn alkalische Werte ergibt. Mainzer gab den zu untersuchenden Frauen ein Carbonatgemisch von der Zusammensetzung

Natrium bicarbonicum 90,0
Kalium bicarbonicum 5,0
Calcium bicarbonicum 5,0.

Der Harn wurde durch Katheterismus unter Paraffin entleert und sofort analysiert. In den Versuchen an Menschen gelang es nicht, den Wert pH = 8,15 zu überschreiten. Wir haben bei unseren später noch zu besprechenden Untersuchungen über die Wasserstoffzahl im Harn nach

Alkaliverabreichung pH-Werte bis 9,0 gefunden; es ist nicht anzunehmen, daß dieser große Unterschied in den pH-Grenzwerten allein auf die CO_2-Spannung im Harn zurückzuführen ist, da wir sofort nach der Entleerung den Harn untersuchten, sodaß von einem Kohlensäureverlust wohl kaum gesprochen werden kann.

Das Verdienst von Rehn ist es, eine physiologische Tätigkeit der Nieren, nämlich die regulatorische, unter Zuhilfenahme von Versuchsbedingungen, die den Ablauf dieser regulatorischen Tätigkeit nicht gewaltsam verändern, in die chirurgisch-urologische Diagnostik eingeführt zu haben. Er ging von der Tatsache aus, daß die Reaktion des produzierten Harnes sich schnell den Bedürfnissen des Organismus anpaßt. Diese Beobachtung führte ihn dazu, die Aenderung der (H) im Harn bei plötzlicher Störung des Säureverhältnisses im Blut als einen Gradmesser für die Funktionsfähigkeit der Nieren zu benutzen. Rehn empfiehlt folgende Versuchsanordnung: Die nüchterne Versuchsperson erhält um 8^h vormittags 10 ccm einer 10%igen HCL-Lösung in 300 ccm Wasser zu trinken. Man kann der Flüssigkeit als Geschmackskorrigenz etwas Himbeersaft zusetzen, da auch hierdurch noch die saure Reaktion verstärkt wird. Dann können in bestimmten Intervallen pH-Bestimmungen des Urins vorgenommen werden. Nach 2 Stunden, also um 10^h, injiziert man der Versuchsperson 15 gr $NaHCO_3$ in 300 ccm Wasser intravenös und mißt wiederum die Wasserstoff-Jonenkonzentration des Urins in vorher festgesetzten Zwischenräumen, nochmals 2 Stunden lang, sodaß um 12^h mittags der Versuch beendet ist. Diese Säure-Basenbelastung war ursprünglich von Rehn und Günzburg nur für einseitige Nierenerkrankungen angegeben worden. Durch die grundlegenden Arbeiten von Beckmann, Allemann, Straub und Meier fand sie auch Eingang in die interne Nierendiagnostik. Die Untersuchungen bei einem großen Teil der Nephritiden ergaben eine mehr oder weniger einschneidende Unfähigkeit der erkrankten Nieren, den Alkaliüberschuß des Blutes im Harn auszuscheiden, sodaß der pH des Urins auch nach Bicarbonatzufuhr unter 7,0 blieb. Diese Säure-Umschlags-Alkalimethode, auch kurz SUAM genannt, findet in der Klinik zur Funktionsprüfung der Nieren und im Zusammenhang hiermit zur Diagnostik weitgehendste Verwendung. Früher gab man das Natriumbicarbinicum nicht wie heute per os, sondern injizierte es intravenös, da nach Adler und Starke der pH-Gehalt im Urin von dem jeweiligen Sekretionszustand des Magens abhängig ist. Pfeffer und Hemmerling konnten nachweisen, daß die Aciditätskurven von Magensaft und Urin gerade entgegengesetzt verlaufen. Doch da es dem Kliniker bei der Funktionsprüfung der Nieren nach der SUAM-Methode nur auf Unterschiede zwischen Normalem und Pathologischem ankommt, konnte man von der intravenösen Injektion des Alkali absehen und mit Erreichung desselben Zieles das $NaHCO_3$

ebensogut per os verabreichen, was das Verfahren natürlich wesentlich einfacher gestaltete. Beckman zeigte, daß die Säurebasenausscheidung eine Teilfunktion der Niere sei, die bei Nierenerkrankungen bereits frühzeitig gestört sein kann, doch läßt nach seiner Ansicht diese Störung nicht mit Bestimmtheit auf anatomisch-pathologische Veränderungen des Nierengewebes schließen. Andere Autoren behaupten gerade das Gegenteil, nämlich, daß doch in der Art des Säure-Alkaliumschlages eine Beziehung zu bestimmten Nierenerkrankungen bestehe, und daß die Erkrankungen vorwiegend des Kanälchenepithels eine Neigung zur Alkaliurie zeigen. Pfeffer und Hemmerling haben Untersuchungen angestellt darüber, wie beim Normalen und Nephritiker die Niere auf plötzliche Säure-Basenbelastung reagiert. Sie stellten fest, daß der Urin der Nephrosen stets im Alkalischen lag, wohingegen der Harn der insuffizienten Nierenentzündungen stets sauer reagierte. Die beiden Autoren kommen zu dem Ergebnis, daß die Verfolgung der pH-Werte bei Nierenerkrankungen nur mit Vorsicht zu bewerten sei. Bei einseitigen Nierenkrankheiten leiste die SUAM-Methode Gutes, bei doppelseitigen könne man an der Lage des pH oft einen Anhalt für die Art der Erkrankung gewinnen. Lebermann fand als Spanne zwischen höchstem und niederstem pH-Wert der ganzen Belastung 2,0 mindestens aber 1,6, sodaß er diese Zahl als den Grenzwert für intaktes Säuren-Basenausscheidungsvermögen der Nieren ansieht. Nach seinen Untersuchungen war bei allen Formen von Nierenerkrankungen die Alkaliausscheidung im Harn eingeschränkt. Während bei gesunden Nieren die Aciditätskurve erheblichen Schwankungen unterworfen ist, gleicht sie je nach dem Grad der Nierenaffektion immer mehr einer geraden Linie. Er spricht geradezu von einer: „Isosthenurie der Säuren- und Basenausscheidung". Durch diese Tatsache wird das Belastungsverfahren mit zu einem Gradmesser für den Ernst der Erkrankung. Lebermann kommt zu dem Schluß, daß uns die SUAM-Methode zur Abrundung des Gesamtbildes über den funktionellen Zustand der Nieren recht wertvolle Aufschlüsse vermittelt,sowohl prognostisch, als auch, wenigstens teilweise, differantial-diagnostisch, da nach seiner Ansicht die völlige Starre der Säureausscheidungskurve für eine Schrumpfniere spricht, für eine hochgradige Reduktion des arbeitenden Parenchyms, und andererseits diese Methode uns die Abgrenzung der Stauungsniere gegen primär renale Prozesse ermöglicht. Rosenberg und Helfors haben zuerst bei Nierengesunden nach Alkalibelastung die pH-Werte in ein viertel- bezw. einhalbstündlichen Abständen im Harn verfolgt. Es zeigte sich stets ein ziemlich gleichmäßiger Anstieg der ph-Kurve, während nach Säureapplikation der Abfall ungleichmäßig vor sich ging oder sogar vollkommen fehlte. Sie empfehlen deshalb, der Versuchsperson und dem Untersucher die pH-Bestimmung nach der HCL-Zufuhr zu ersparen, aber doch 2 Stunden vor der Alkalibelastung 20 Tropfen Salzsäure zu ver-

abreichen, um von einem gleichmäßig erniedrigten pH-Wert auszugehen, besonders aber auch aus dem Grunde, weil Veil nachgewiesen hat daß die ph-Kurve des Harns in der Nacht stark sinkt und morgens spontan' ansteigt. Diesem morgentlichen Anstieg sucht der Autor durch die Salzsäurezufuhr entgegenzuarbeiten, um später durch die Alkalibelastung deutliche Reaktionen zu erhalten. Doble fand beim normalen Menschen als pH-Werte des Urins die Zahlen 6,4 bis 6,8. Er untersuchte darauf die Harnacidität Hautkranker und konnte dabei die interessante Feststellung machen, daß bei Patienten mit Seborrhoe, seborrhoischem Ekzem, sowie Acne der pH-Wert 4,8 bis 5,8 betrug, der Urin also sehr viel saurer reagierte. Er stellt die Behauptung auf, daß mit Zurückgehen der Harnsäuerung auch die Hauterscheinungen bei seborrhoischem Ekzem verschwinden. Bei reiner Seborrhoe ist nach seinen Erfahrungen der Einfluß der Alkalien, mit denen ja ein Sinken der Harnacidität zu erreichen ist, geringer. Bei Akne müßte gleichzeitg eine energische Lokalbehandlung einsetzen. Ferner bedingen, so behauptet Doble, pathologische Säurewerte des Harns eine Vergiftung des Gewebes und schlechte Wundheilung. Bei Gicht, Epilepsie, Rheumatismus und Nervenerkrankung fand er ebenfalls erhöhte H-Jonenkonzentration im Harn. Eine zweite Versuchsreihe führte der Autor zu dem Zwecke aus, festzustellen, ob bei Hautkranken nach Alkaligaben die Alkalisierung des Urins eine Verzögerung erführe, wie es Balint für Ulcus ventriculi beschrieben hat. Er untersuchte insgesamt 14 Hautgesunde und 52 Hautkranke (31 Ekzematiker, 12 Patienten mit Psoriasis und 9 mit anderen Dermatosen). Die Kurven der Hautgesunden bewegten sich zwischen den pH = 5,4 und 7,5, fast genau so waren die Ergebnisse bei den Hautkranken, außer bei einem Patienten mit stark entzündlichem Ekzem, dessen Harnaciditätskurve sehr stark im Sauren lag zwischen pH = 5,0 und 5,8. Er konnte wohl einen etwas langsameren Anstieg der alkalischen Kurve bei Hautkranken feststellen, aber einen Zusammenhang dieser Resultate mit den verschiedenen Krankheitsbildern nicht konstatieren. Aus der hier angeführten Literatur über die Harnacidität geht hervor, daß die pH-Bestimmung im Harn den Kliniker aus dem Grunde so interessiert, weil sie ihm über den Zustand der Nieren, falls diese vorher gemäß der SUAM-Methode mit Alkali belastet werden, wichtige prognostische wie differentialdiagnostische Winke zu geben vermag. Um aber einen pH-Wert im Urin als verdächtig für eine bestimmte Nierenerkrankung bezeichnen zu können, müssen vor allen Dingen die pH-Werte bei Nierengesunden bekannt sein. Wir haben aus diesem Grunde eigene Untersuchungen an nierengesunden Patientinnen nach der SUAM-Methode vorgenommen, über deren Ergebnis noch zu sprechen sein wird.

Eine zweite Körperflüssigkeit, deren pH-Bestimmung wir ebenfalls bei unseren Versuchen vornahmen, war der im Glühlichtkasten produ-

zierte Schweiß. Er wird von Drüsen sezerniert, die in ihrem Aufbau lange unverästelte Drüsen darstellen und an ihrem unteren Ende zu einem Knäuel von 0,3 bis 7 mm Durchmesser zusammengeballt sind. Diese Knäueldrüsen sind beim Menschen über fast die gesamte Hautoberflüche verbreitet. Der Schweißdrüsenapparat ist individuell äußerst verschieden entwickelt Es sind in der Literatur Fälle von fast völligem Fehlen der Schweißdrüsen beschrieben worden Zur Hervorrufung intensiver Schweißsekretion kann man sich entweder toxischer Stoffe bedienen (z. B. Pilocarpin, Jaborandiextrakt, Kampfer, Nikotin) oder man regt durch Muskeltätigkeit die Schweißabsonderung an, und eine dritte Möglichkeit ist, daß der Schweiß im Dampfbad, Heißluft- oder Lichtbad produziert wird. Es ist unmöglich, völlig reinen Schweiß zu gewinnen, also ohne Beimengungen von Hauttalg, abgestoßenen Epithelien und dem durch das Hautepithel abgegebenen Wasser.

Die Absonderung des Schweißes steht unter dem Einfluß des Zentralnervensystems, das Zentrum für diese Tätigkeit liegt im Rückenmark. Bei höherer Temperatur wird auch eine größere Schweißmenge abgegeben, doch besteht keine proportionelle Abhängigkeit.

Die Schweißabsonderung ist an verschiedenen Körperstellen verschieden stark. Es bestehen in dieser Beziehung auch noch individuell große Abweichungen Ueber die Reaktion des Schweißes herrscht in der Literatur noch keine Einigung unter den Autoren, die sich mit diesem Problem beschäftigt haben. So fanden z. B. Luchsinger und Trümpy den Schweiß der gereinigten Vola manus stets alkalisch, wohingegen Kittsteiner hier auch saure Werte beobachtete. Fubini, der als schweißtreibendes Mittel Jaborandiextrakt verwandte, stellte bei der Untersuchung des Schweißes immer gleichmäßig saure Reaktion fest. Arloing untersuchte, ob und in wieweit der Schweiß sich während der verschiedenen Stadien der Schwitzprozedur verändert. Er fand in den ersten Minuten die Reaktion immer sauer, dann wurde sie im weiteren Verlauf der Sekretion neutral, um nach 8 –10 Minuten sich wieder dem Anfangswert zu nähern.

Die allerneuesten Untersuchungen über die Wasserstoff-Jonen-Konzentration des menschlichen Schweißes stellten Brill und Marchionini an. Letzterer führte seine Versuche mit der Gaskettenelektrode aus. Marchionini fand beim frisch sezernierten Sammelschweiß in allen Fällen pH-Werte zwischen 4,8 und 6,6. Er behauptet, daß frisch im Lichtbad produzierter Schweiß stets sauer reagiert und die Aciditätsgrade abhängig von der Herkunft des Schweißes sind. An zwei benachbarten Hautstellen kann man ganz verschiedene Wasserstoffzahlen messen. Aber es konnte nachgewiesen werden, daß nicht nur regionäre Verschiedenheiten in der Schweißreaktion bestehen, sondern daß auch an ein und demselben Punkte die Konzentration der Wasserstoff-Jonen

schwankt. So fand Marchionini im Schweiß der Achselhöhle sehr geringe Wasserstoffzahlen und einen pH-Wert von 6,1—6,8, der bisweilen auch den Neutralpunkt überschritt und alkalische Reaktion zeigte. Als niedrigsten Wert maß er pH = 7,12. Auch die Interdigitalpartien zeigten stark erniedrigte Wasserstoffzahl. Geringe Abweichungen von der H-Jonennorm fanden sich an allen intertriginösen Hautstellen.

Ferner stellt Marchionini die Behauptung auf, daß die ekkrinen Drüsen stärker sauren Schweiß produzieren als die apokrinen. Diese beiden Schweißdrüsenformen wurden im Jahre 1914 von Schiefferdecker in anatomischer Beziehung untersucht Von ihm stammen auch die Bezeichnungen „apokrin und ekkrin." Er fand die eine Schweißdrüsenform und zwar die kleinere über den ganzen Körper verstreut vor, diese nannte er „ekkrine". Sie funktioniert rein sekretorisch ohne Verlust von Zellbestandteilen. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der „apokrinen" Schweißdrüse. Sie übertrifft die ekkrine an Länge sowohl wie an Durchmesser, mündet in den Haarfollikeln, sezerniert einen Teil ihrer Zellbestandteile mit und ist an bestimmte Hautregionen wie Achselhöhle und Genitoperinealgegend gebunden Diese letztere Form reiht Rost mit Waelsch und Schiefferdecker in die Gruppe der sekundären Geschlechtsmerkmale ein. Diese beiden Drüsenformen zeigen neben ihren anatomischen Verschiedenheiten auch solche in physikochemischer Beziehung. Wenn es auch nicht möglich ist, absolut reinen Schweiß einer der beiden Drüsenarten aufzufangen, so kann man doch solche Schweißflüssigkeit gewinnen, die hauptsächlich von der einen bezw. anderen Drüsenform sezerniert wird. Der ekkrine Drüsenschweiß, der aus dem Gesicht, den Handflächen, den Seitenpartien des Rückens und des Bauches genommen wurde, zeigte eine aktuelle Acidität von pH = 3,8 und 5,6. Der apokrine Schweiß aus der Axillargegend ergab Werte zwischen pH = 6,2 und 6,9, er reagierte also sehr viel alkalischer als der ekkrine.

Die beiden Schweißarten unterscheiden sich auch in ihrem osmotischen Druck, der bei Lösungen durch die Gefrierpunktserniedrigung gemessen wird. Als Werte des Sammelschweißes sind in der Literatur folgende Zahlen angegeben: Ardin-Delteil 0,08° 0,46°, Tarugi und Tomasinelli 0,352°—0,665°, Brieger und Diesselhorst 0,302° -1,062°, Marchionini 0,148° 0,624°. Beim ekkrinen Drüsenschweiß fand Marchionini eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,266° und 0,664°, also höhere Werte als beim Sammelschweiß. Der apokrine Schweiß ergab Schwankungen zwischen 0,096° und 0,482°, also einen tieferen osmotischen Druck als der Sammelschweiß. Er zieht aus diesen Befunden die einwandfreie Folgerung, daß im ekkrinen Schweiß die Zahl der gelösten Teilchen größer als im apokrinen ist

Ferner sind Unterschiede im Elektrolytgehalt bei den verschiedenen

Schweißarten vorhanden. Marchionini untersuchte zu diesem Zwecke die Schweißarten auf ihren NaCL-Gehalt und fand für den Sammelschweiß 0,125—0,580 %, für ekkrinen Schweiß 0,204 bis 0,642 % und für apokrinen NaCL-Zahlen zwischen 0,08 u 0,462 %. Somit zeigte der ekkrine Schweiß einen erheblich größeren NaCL-Gehalt als der apokrine.

Marchionini konnte außerdem nachweisen, daß der Schweiß hinsichtlich seiner physiko-chemischen Eigenschaften während der Sekretion nicht konstant bleibt. Der ekkrine wie auch der apokrine Schweiß zeigen gleich nach Beginn der Schweißproduktion einen starken Abfall der Wasserstoff-Jonenzahl, der gegen Ende des Schwitzbades geringer wird. Während der apokrine Schweiß sehr schnell alkalisch wird, behält der ekkrine seine Acidität noch länger bei. Auf diese Tatsache mögen auch zum Teil die Widersprüche in der Literatur zurückzuführen sein. Es kommt also darauf an, in welchem Stadium der Sekretion der Schweiß untersucht wird. Am Anfang der Untersuchung reagiert er sauer, gegen Ende der Schwitzprozedur nimmt die Acidität mehr und mehr ab. Auch der osmotische Druck des Schweißes nimmt im Verlaufe des Schwitzbades ab, hier verhalten sich beide Drüsenformen in gleicher Weise. Im Verlaufe gesteigerter Schweißdrüsentätigkeit sinkt ferner die Chlornatriumzahl, die ja einen Indikator für den Elektrolytgehalt darstellt, auch hier bei beiden Drüsenarten gleichmäßig. Während der Schwitzprozedur nimmt die Wasserstoffzahl bis zur Alkaleszenz ab und gleichzeitig vermindert sich die Zahl der gelösten Teile, speziell der Elektrolyte. Nach Beendigung des Schwitzbades macht sich die absteigende Tendenz der H-Jonen-Konzentration noch einige Zeit geltend, um dann in dem Maße, wie die Sekretion an sich nachläßt, wieder zuzunehmen bis zur Durchschreitung des Neutralpunktes und erneuten Bildung einer Acidose. Diesen rückläufigen Weg machen apokriner wie ekkriner Schweiß in gleicher Weise durch.

Noch zu klären wäre die Frage, ob sich der Schweiß in physiko-chemischer Hinsicht während der Verdunstung verändert. Auch auf diesem Gebiete stellte Marchionini Untersuchungen an und richtete wiederum sein Augenmerk auf das Verhalten der Wasserstoff-Jonen-Konzentration, des osmotischen Druckes und des Elektrolytgehaltes. Es stellte sich hierbei heraus, daß für die Wasserstoffzahl bei dem Verdunstungsablauf die Höhe des Ausgangswertes von ausschlaggebender Bedeutung war. Saurer Schweiß von pH = 3,8 bis 5,5 steigerte im Laufe des Verdunstungsversuches seine Acidose, während Schweiß von pH = 5,6 abwärts nur ganz vorübergehend saurer wurde, um dann ständig in seiner Acidität zu sinken und zwar solange, bis er alkalische Werte zeigte. Was den osmotischen Druck betrifft, so stellte sich während der Verdunstungsperiode eine stärkere Konzentrierung des Schweißes ein. Auch der Gehalt an NaCL zeigt während der Verdunstung ansteigende Tendenz.

Für die pH-Werte des Schweißes ist nach Marchionini von größter Bedeutung die Art der Schweißprovokation So ergibt z B. Schweiß, der im Glühlichtbad sezerniert wird, ganz andere Wasserstoffzahlen als durch Injektion von Pilocarpinum hydrochlor. gewonnener. Trümpy, Luchsinger und Brill verwandten bei ihren Experimenten Pilocarpin. Sie fanden alkalischere Schweißreaktionen als Marchionini, der den Schweiß im Heißluftkasten provozierte. Marchionini stellte zur Klärung dieser Frage auch Versuche mit Pilocarpin an. Das Resultat war, daß pharmakodynamisch gewonnener Schweiß im ekkrinen Bestandteil saure und alkalische Reaktion zeigte, im apokrinen nur alkalische Auch durch diese Feststellung lassen sich manche Verschiedenheiten in der Literatur klären.

Einige Autoren behaupten, daß die Beimengung des Talgdrüsensekretes eine Säuerung des Schweißes bewirke, andere wieder führen die Schweißacidität auf freie Fettsäuren zurück, die sich in der Schweißflüssigkeit neben Neutralfetten und Cholesterin befinden sollen. Brill verglich die pH-Werte des Schweißes Hautgesunder und Hautkranker. Er machte bei diesen Untersuchungen die interessante Beobachtung daß bei Patienten, die an Seborrhoe oder an eine mit Seborrhoe verbundene Hauterkrankung leiden (z. B. Akne vul. garis, Akne varioliformis) der Schweiß besonders stark sauer reagierte. In ähnlicher Weise stellte ja auch Doble, wie wir bereits gehört haben, bei seborrhoischen Personen eine die Norm weit überschreitende Wasserstoffzahl im Harn fest. Es zeigt also offenbar hinsichtlich ihrer Wasserstoff-Jonen-Konzentration Schweiß und Harn bei gewissen Hautkrankheiten dieselben Veränderungen. Auch wir haben bei unseren Untersuchungen, die wir an 25 Patientinnen mit Gonorrhoe vornahmen, die pH-Werte dieser beiden Körperflüssigkeiten verfolgt. Es kam uns bei unseren Versuchen darauf an, nachzuweisen, ob und in welcher Weise das dem Körper nach Art der SUAM-Methode einverleibte Alkali $NaHCO_3$ durch Harn und Schweiß ausgeschieden wird. Daß bei Alkalibelastung nierengesunder Patientinnen der unter normalen Bedingungen meist sauer reagierende Harn mehr und mehr alkalische Reaktion annimmt, ein Vorgang, durch den das Säure-Basengleichgewicht des Köpers wieder hergestellt wird, ist eine in der Literatur schon durch zahlreiche Experimente nachgewiesene und längst bekannte Tatsache. Doch noch nicht geklärt ist die Frage, ob sich auch die Reaktion des Schweißes bei der Alkalibelastung nierengesunder Personen ändert. Die Lösung dieser Frage war das Leitmotiv unserer Untersuchungen.

Bei unseren Versuchen gingen wir so vor, daß wir unseren Patientinnen das Alkali $NaHCO_3$ in verschiedenen Mengen eingaben und nach bestimmten Zeitabständen die pH-Werte des Schweißes und Harnes bestimmten. Der Schweiß wurde in allen Fällen im Glühlichtkasten pro-

voziert. Die pH-Konzentration beider Flüssigkeiten bestimmten wir mit dem Wulff'schen Farbenkolorimeter, mit dessen Hilfe auf einfache und schnelle Weise die Wasserstoff-Jonen-Konzentration selbst gefärbter und getrübter Flüssigkeiten vorgenommen werden kann Die Genauigkeit der Messungen beträgt 0,2 Einheiten. Für die Bestimmung verwendet man Vergleichsskalen, die in pH-Stufen von 0,2 eingeteilt und deren Farben hinsichtlich ihrer Lichtechtheit besonders ausgewählt sind. Man geht so vor, daß man einen Testfolienstreifen in die zu untersuchende Lösung eintaucht. Nach ungefähr 2 Minuten ist der Farbenumschlag dieser Indikatorfolie erfolgt, dessen Farbton nun auf der Skala aufgesucht wird. Die neben den Farbprobestreifen auf der Vergleichsskala eingeritzten Zahlen ergeben die jeweiligen pH-Werte.

Je nach der Art der Belastung können wir unsere Untersuchungen in fünf Gruppen einteilen. Die Versuchsanordnung der ersten Gruppe war folgende:

Bei der nüchternen Versuchsperson wurden ungefähr um 8 Uhr vormittags die pH-Werte des Schweißes (Brust und Achselhöhle) und Harnes bestimmt. Nach einer halben Stunde, also um 8^{30}, erhielt die Versuchsperson 10 ccm einer 10 % HCL-Lösung in 300 ccm Wasser, dem als Geschmackskorrigenz etwas Himbeersaft zugesetzt wurde, zu trinken und zwar allein aus dem Grunde, damit der Urin auf jeden Fall sauer reagierte. 2 Stunden hierauf verabreichten wir 15 g Natrium bicarbonat in 300 ccm Wasser per os und untersuchten dann zweimal in $1^1/_2$ stündl. Zeitabständen die Wasserstoff-Jonen-Konzentration des Schweißes und Urins. Wir fanden nach dieser Methode folgende Werte:

Name d. Patientin	unter normalen Bedingung. gemessen um 8 Uhr vormittags			nach der Belastung der Nieren: gemessen um 11 Uhr vormittags			gemessen um 12½ Uhr mittags		
	Brust-schw.	Achsel-schw.	Harn	Brust-schw.	Achsel-schw.	Harn	Brust-schw.	Achsel-schw.	Harn
1) F., M. 21 J. alt Diag.: Lues lat.	6,2-6,4	7,0-7,2	6,0	7,0-7,2	7,4	8,6	7,2	7,8	8,8-9,0
2) P., Th. 22 J. alt Diag.: Lues II.	6,2	6,9	5,8	6,4	7,0	7,2	6,4	7,2	7,8
3) Pf., Th. 20 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,0-6,2	7,0-7,2	7,2	6,2-6,4	7,0-7,2	7,8	6,3	7,2	8,8
4) Sch., Th. 20 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,3	7,0-7,2	6,4	6,3	7,0-7,2	8,4	6,4	7,2	8,6-8,8
5) D., A. 20 J. alt Diag.: Gonorrhoe	5,8-6,0	7,0	5,8-6,0	6,0	7,0-7,2	8,4	5,8	7,0	8,6
6) L., E. 28 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,4	7,2-7,4	5,8	6,4-6,6	6,6-6,8	8,4	7,0	7,0-7,2	8,6-8,8
7) E., B. 18 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,0	6,4	6,6-6,8	6,2-6,4	6,4	7,4	7,2	6,4	8,4
8) K., E. 26 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,6-6,8	7,2	6,0-6,2	6,4-6,6	7,4-7,6	7,8	7,2	7,2-7,4	7,8
9) Sch., Th. 19 J alt Diag.: Gonorrhoe	6,4	7,0	7,0-7,2	6,4	7,2	8,6	6,6	7,4	8,8-9,0
10) N., M. 20 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,4	6,8-7,0	6,6	6,4	7,2-7,4	8,4-8,6	6,4-6,6	7,2	9,0
11) K., W. 18 J. alt Diag.: Gonorrhoe	7,0	7,2	7,2	7,8-8,0	7,8	8,8	8,6-8,8	7,8	8,8-9,0

Aus der Tabelle geht deutlich hervor, daß der Harn bei der Belastung einen regelmäßigen und sehr starken Umschlag nach der alkalischen Seite hin zeitigt. Die Spanne zwischen höchstem und niederstem pH-Wert beträgt meist über 2,0, mindestens aber 1,6. Wir können demnach die Angabe Lebermann's nur bestätigen, der diese Zahl „als den Grenzwert für intaktes Säuren- und Basenausscheidungsvermögen der Nieren" bezeichnet. Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Schweiß. Nur im ersten und letzten Fall können wir einen deutlichen alkalischen Umschlag der Schweißreaktion konstatieren Bei den 9 anderen Versuchen ist eine Abnahme der Wasserstoff-Jonen-Konzentration des Schweißes nicht immer vorhanden und, falls vorhanden, doch so gering, daß man aus ihr keine Folgerung ziehen darf, da es sich bei Unterschieden der pH-Werte von 0,2 Einheiten ja auch um Versuchsfehler handeln kann. Nur bei den Patientinnen 1 und 11 zeigt sowohl

der Brust- wie auch der Achselschweiß so große pH-Unterschiede, daß diese mit vollem Recht auf die Alkalibelastung zurückzuführen sind.

Bei der zweiten Versuchsreihe gaben wir neben 15 g Natrium bicarbonat auch 5 g Harnstoff, um die Nieren stärker zu belasten. Im übrigen wurde an der oben angeführten Versuchsanordnung nichts geändert. Das Ergebnis:

	unter normalen Bedingung. gemessen um 8 Uhr vormittags			nach der Belastung der Nieren					
				gemessen um 11 Uhr vormittags			gemessen um 12½ Uhr mittags		
Name d. Patientin	Brust-schw.	Achsel-schw.	Harn	Brust-schw.	Achsel-schw.	Harn	Brust-schw.	Achsel-schw.	Harn
1) K., H. 30 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,2	7,2	5,0-5,2	6,2-6,4	7,2	8,8	—	—	8,6
2) B., A. 19 J. alt Diag.: Gonorrhoe	7,6-7,8	7,2	5,6-5,8	7,8	7,2	7,0	7,8	7,4	8.6
3) K., J. 18 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,4-6,6	6,6	5,6	6,4-6,6	7,0-7,2	8,4	6,4-6,6	6,8-7,0	8,4-8,6

Auch bei diesen drei Patientinnen fanden wir bei der Messung der Schweißreaktion nach der Alkaligabe keine regelmäßigen Veränderungen der Wasserstoff-Jonen-Konzentration. Nur der Harn zeigt die schon bei der ersten Versuchsreihe festgestellte Steigerung der Alkalose.

Aus alledem geht hervor, daß bei einer Alkalibelastung von 15 g Natrium bicarbonat und 5 g Harnstoff die Schweißdrüse unter normalen Verhältnissen als regulatorisches Organ für das Säure-Basengleichgewicht des Körpers nicht oder nur in gang geringem Maße in Frage kommt, natürlich gilt dies nur unter der Voraussetzung, daß die Nieren normal funktionieren.

Wir sind nun folgerichtig dazu übergegangen, die Nieren noch stärker zu belasten. Wir verabreichten bei den jetzt folgenden Versuchen 10 g Harnstoff neben der üblichen $NaHCO_3$-Menge. Wir nahmen zur Vereinfachung der Methode eine Messung der pH-Werte des Harnes nicht mehr vor, da uns ja das Verhalten des Urins bei dem Belastungsvorgang hinreichend bekannt ist. Ferner verlängerten wir die Zeitabstände zwischen den einzelnen Messungen und schoben noch eine neue Messung ein, in der Annahme, daß die Alkalibelastung in der Schweißreaktion vielleicht erst nach einer gewissen Zeitspanne zum Ausdruck käme. Wir untersuchten den Schweiß wie gewöhnlich vormittags um 8 Uhr unter normalen Bedingungen, gaben der Versuchsperson um 10 Uhr 15 g Natriumbicarbonat und 10 g Harnstoff und nahmen dann um 2 Uhr und 5 Uhr nachmittags sowie am folgenden Tage um 8 Uhr vormittags neue Messungen vor.

Name d. Patientin	unternormal. Bedingungen gemessenum 8 Uhr vorm.		nach Belastung der Nieren gemessenum 2 Uhr nachm.		gemessenum 5 Uhr nachm.		gem. u. 8 U.v. d.folg. Tages	
	Brust-schw.	Achsel-schw.	Brust-schw.	Achsel-schw.	Brust-schw.	Achsel-schw.	Brust-schw.	Achsel-schw.
1) R., M. 20 J. alt Diag.: Gonorrhoe	7,4	7,8	8,2	7,8	8,4	7,8	7,2	7,2
2) Sch., L. 19 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,2-6,4	7,0	6,2-6,4	7,8	6,2-6,4	7,8	6,2-6,4	7,2-7,4
3) K., W. 21 J. alt Diag.: Gonorrhoe und Diabetes	6,2	7,2	6,4	7,4-7,6	6,8	7,6	6,4	6,6-6,8

Bei diesen letzten drei Versuchen lassen sich schon recht beträchtliche Unterschiede der pH-Werte des Schweißes im Verlauf der Belastung feststellen, wir finden teilweise eine recht große Steigerung der Alkalose, doch seltsamer Weise in den zwei ersten Fällen nur bei je einer Schweißart. Ferner machen wir die Beobachtung, daß der Schweiß in einigen Fällen bei der dritten Messung unter pathologischen Bedingungen saurere Reaktion zeigte als unter normalen Bedingungen.

Auf jeden Fall läßt sich soviel sagen, daß bei der letzten Versuchsreihe auch durch den Schweiß ein verhältnismäßig natürlich sehr geringer Teil des dem Organismus künstlich zugeführten Alkali ausgeschieden wurde.

Bei den folgenden vier Untersuchungen nahmen wir eine noch stärkere Nierenbelastung vor, in dem wir die Harnstoffmenge auf 15 g heraufsetzten.

Name der Patientin	unter normal. Bedingungen gemessen um 8 Uhr vorm		nach der Belastung der Nieren gemessen um 1 Uhr mittags		gemessen um 4 Uhr nachm.	
	Brust-schweiß	Achsel-schweiß	Brust-schweiß	Achsel-schweiß	Brust-schweiß	Achsel-schweiß
1) H., K. 24 Jahre alt Diag : Gonorrhoe	6,2	6,8—7,0	7,4	7,0	7,4	7,0
2) G., O. 23 Jahre alt Diag : Gonorrhoe	6,4—6,6	6,4	6,4—6,6	6,4	6,6—6,8	6,6
3) E., W. 19 Jahre alt Diag.: Gonorrhoe	6,2—6,4	6,6	6,4	7,2	7,0	7,0
4) H., E. 21 Jahre alt Diag.: Gonorrhoe	6,2—6,4	6,4	6,2—6,4	6,4	6,2—6,4	6,4

Wir hatten bei den zuletzt angeführten Versuchen eine Steigerung der pH-Werte gemäß der stärkeren Nierenbelastung erwartet. Doch

die Messungen bestätigten die Richtigkeit dieser theoretischen Ueberlegung nicht. Nur gering sind die Veränderungen der pH-Zahlen, bei der vierten Versuchsperson lassen sich seltsamer Weise gar keine Abweichungen der Wasserstoff-Jonen-Konzentration des Schweißes bei der Alkalibelastung feststellen.

Nach alledem war es hinfällig, die Untersuchungen unter Steigerung der Harnstoffmenge fortzusetzen. Vielmehr gingen wir nun dazu über, die Natriumbicarbonatzahl zu erhöhen und zwar auf das Doppelte. Wir verabreichten demnach nicht mehr 15 g, sondern 30 g $NaHCO_3$, das wir in 200 ccm kaltem Tee auflösten. Auch den Harn bezogen wir wieder in den Bereich unserer Messungen ein. Untersucht wurden vier Personen, das Ergebnis lautete wie folgt:

	unter normal. Beding. gem. u. 8 Uhr vorm.			nach der Belastung der Nieren: gemessen um 1 Uhr mittags			gem. u. 4 Uhr nachmittags			gem. u. 8 Uhr d. folg. Tages		
Name der Patientin	Brustschw.	Achselschw.	Harn	Brustschw.	Achselschw.	Harn	Brustschw.	Achselschw.	Harn	Brustschw.	Achselschw.	Harn
1) D., Th. 20 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,8 bis 7,0	7,0 bis 7,2	5,0 bis 5,2	7,0 bis 7,2	7,6 bis 7,8	8,4	8,0	7,8	8,6 bis 8,8	7,2	6,8	8,4
2) Sch., Th. 19 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,2	6,8	6,2 bis 6,4	6,4 bis 6,6	7,0	8,8	6,6	7,8	8,6	5,6 bis 5,8	6,4	8,4
3) K., J. 24 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,2	6,8 bis 7,0	5,0 bis 5,2	7,2	7,0	8,8	7,4 bis 7,6	7,8	8,6	8,0	7,4	8,4
4) R., A. 20 J. alt Diag.: Gonorrhoe	6,2 bis 6,4	7,0	5,0 bis 5,2	6,2 bis 6,4	7,0	8,8	6,8	7,4	8,6	6,2 bis 6,4	6,3	8,4

Aus den letzten Versuchen geht deutlich hervor, daß auch der Schweiß bei einer Belastung von 30 g $NaHCO_3$ alkalischere Reaktion annimmt. Von Versuchsfehlern kann hier nicht mehr die Rede sein, die Unterschiede in den pH-Werten sind so beträchtlich in allen vier Fällen, daß sie einen einwandfreien Beweis für das Basenausscheidungsvermögen der Schweißdrüsen liefern.

Zusammenfassung:

Im allgemeinen reicht zur Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichtes im Körper die Exkretionsfähigkeit einer gesunden Niere aus. Scheinbar wird aber bei einer sehr starken Nierenbelastung, wie wir sie in unseren Versuchen künstlich durch Applikation von 30 g Natriumbicarbonat per os herbeiführten, auch die Schweißdrüse als regulatorisches Organ mitbeansprucht.

Es sei mir gestattet, Herrn Geheimrat Professor Dr. Leo Ritter von Zumbusch für die liebenswürdige Ueberlassung des Materials, Herrn Professor Dr. Julius Mayr für die Uebernahme des Referats und Durchsicht der Arbeit ergebenst zu danken.

Literatur

Allemann: Die Säure-Umschlag-Alkalimethode nach Rehn als Nierenfunktionsprüfung. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 38 Bd. H. 3.

Brill: Ueber den Säuregehalt des menschlichen Schweißes bei Hautkranken und Hautgesunden. Arch. f. Derm. u. Syph. Bd. 156.

Brill: Analytische Untersuchungen des menschlichen Schweißes. Ebenda Bd. 155. 1928.

Doble: Der Säurewert des Harns bei Haut- und anderen Krankheiten. Zentralbl. f. Haut- und Geschl.-Krankh. 1925. Bd. 17.

Gollwitzer-Meier: Die Regulierung des Säure-Basengleichgewichtes. Med. Wochsch. 1926. Nr. 17.

Jacobsohn u. Joseph: Wasserstoff-Jonen-Konzentration im Urin bei Dermatosen. Arch. f. Derm. u. Syph. Bd. 151.

Lasch: Wasserstoffzahl des norm. Urins sowie über die Möglichkeit ihrer medikamentösen Beeinflussung. Zeitschr. f. Urologie 1927. Bd. 21.

Lebermann: Die Säuren- und Basenbelastung als Nierenfunktionsprüfung. Med. Klinik 1927. Nr. 28—31.

Mainzer: Ueber die obere Grenze der Wasserstoffzahl und Bicarbonatkonzentration des Harns. Bioch. Zeitschr. 1929. H. 1/3.

Marchionini: Untersuchungen über die Wasserstoff-Jonen-Konzentration der Haut. Arch. f. Derm. und Syph. 1929. H. 2.

Pfeffer u. Hemmerling: Ist eine Säuren-Basenbelastung als Nierenfunktionsprüfung brauchbar? Deutsche med. Wochschr. 1927. Nr. 5.

Rehn u. Günzburg: Funktionelle Nierendiagnostik mit körpereigenen Reagentien. Klin. Wochschr. 1923. Nr. 1.

Rosenberg u. Hellfors: Das Alkaliausscheidungsvermögen der Niere als Nierenfunktionsprüfung. M. m. W. 1927. Nr. 22.

Schneider: Die Nierenfunktion prüfung bei den chron. Nierenentzündungen mittelst der Säure-Umschlag-Alkaliprobe i. d. Praxis. Sonderabdruck a. d. Zeitschr. f. Urologie 1928. Bd. 22.

Straub: Ueber die Säure-Basenausscheidung im Urin Gesunder und Nierenkranker unter dem Einfluß verschiedenartiger Kost M. m. W. 1923.

Lebenslauf

Am 20. August 1907 wurde ich in Schwarmstedt bei Hannover als 5. Sohn des verstorbenen Studienrats Prof. Dr. Koken und seiner Ehefrau Agnes, geb. Röpke, geboren. Meine erste Schulausbildung genoß ich auf dem Ratsgymnasium in Hannover, das ich von Ostern 1914 bis Herbst 1919 besuchte. Nach dreijährigem Unterricht an einer Privatschule in Schwarmstedt wurde ich Ostern 1922 in die Untersekunda des Domgymnasiums in Verden a. d. Aller aufgenommen, allwo ich am 10. März 1926 die Reifeprüfung ablegte. Im Sommersemester 1926 studierte ich an der Universität in Marburg Zahnheilkunde. Im Wintersemester 1926/27 besuchte ich die Universität in München (Studium: Zahnheilkunde), bestand hier am 28. Februar 1928 die zahnärztliche Vorprüfung und legte am 6. Dezember 1929 die zahnärztliche Staatsprüfung ab.

Walter Koken,
approb. Zahnarzt.